

Artigos de revisão

Medidas de ruído urbano e seus efeitos na saúde humana: uma revisão de escopo

Measurements of urban noise and its impact on human health: A scoping review

Tiago Costa Pereira¹ 

Rafaela Carolina Lopez Silva² 

Sirley Alves da Silva Carvalho¹ 

Stela Maris Aguiar Lemos¹ 

Amélia Augusta de Lima Friche¹ 

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Universidade Vila Velha, Departamento de Fonoaudiologia, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.

Estudo realizado na Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Fonte de financiamento: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Conflitos de interesses: Stela Maris Aguiar Lemos declara que é membro do corpo editorial da Revista CEFAC, mas que não participou do processo de revisão ou da tomada de decisão quanto ao aceite deste artigo

Endereço para correspondência:

Tiago Costa Pereira
Avenida Professora Francelina Carneiro Setúbal, 707, Itapuã
CEP: 29101-641 - Vila Velha, Espírito Santo, Brasil
E-mail: tiagofono@hotmail.com

Recebido em 23/03/2024

Recebido na versão revisada em 29/05/2024

Aceito em 02/04/2025

Editor Chefe: Hilton Justino da Silva
Editor Associado: Kelly da Silva

RESUMO

Objetivo: revisar a literatura científica sobre os métodos de aferição do ruído urbano e os efeitos deste na saúde humana.

Métodos: trata-se de revisão de escopo acerca dos métodos de aferição do ruído urbano e seus efeitos na saúde humana. O levantamento foi realizado nas bases de dados científicas: BVS, LILACS, Pubmed, MEDLINE, Cochrane Library e Scopus. Foram incluídos artigos que investigaram os efeitos do ruído urbano na saúde humana e que descrevessem os métodos de aferição do ruído e os valores em decibels (dB). Foram excluídos os artigos que referiram efeitos do ruído urbano na saúde animal.

Revisão da Literatura: a amostra final foi composta por 33 artigos. A medida do ruído considerando a escala logarítmica tem sido mais utilizada nos últimos anos. Os principais efeitos do ruído provocados na saúde foram: estresse ou irritabilidade; alterações no sono; doenças cardiovasculares; interferência nas atividades de vida diária e/ou qualidade de vida; aumento na frequência cardíaca ou respiratória; prejuízo na audição e zumbido e câncer de mama.

Conclusão: os efeitos do ruído urbano na saúde humana estão mais evidenciados nos sintomas extra auditivos. Ainda, faz-se imperiosa a elaboração e validação de instrumentos confiáveis para medir a percepção do ruído urbano pelos indivíduos.

Descritores: Ruído; Ruído dos Transportes; Efeitos do Ruído; Saúde Pública; Qualidade de Vida

ABSTRACT

Purpose: to review scientific literature on urban noise measurement methods and its effects on human health.

Methods: this scoping review of urban noise measurement methods and its effects on human health surveyed the following scientific databases: VHL, LILACS, PubMed, MEDLINE, Cochrane Library, and Scopus. It included articles that investigated the effects of urban noise on human health and described noise measurement methods and values in decibels (dB) and excluded those reporting the effects of urban noise on animal health.

Literature Review: the final sample comprised 33 articles. Noise measurement, using the logarithmic scale, has become more widely used in recent years. The main health effects of noise were stress or irritability, sleep disturbances, cardiovascular diseases, interference with activities of daily living and/or quality of life, increased heart or respiratory rate, hearing impairment and tinnitus, and breast cancer.

Conclusion: the effects of urban noise on human health are most evident in extra-auditory symptoms. It is necessary to develop and validate reliable instruments to measure people's perception of urban noise.

Keywords: Noise; Noise, Transportation; Noise Effects; Public Health; Quality of Life



INTRODUÇÃO

O ruído urbano é indubitavelmente um problema de saúde pública. O advento da tecnologia, a ampliação dos meios de transporte e o aumento da concentração humana nos centros urbanos têm sido citados na literatura como as principais fontes de ruído urbano no mundo¹. A Organização Mundial de Saúde (OMS) classifica o ruído urbano como poluição sonora. Apesar dos seus impactos na saúde humana serem evidentes, o ruído urbano ainda é negligenciado por grande parte da população².

A presença do ruído urbano causa interferência no cotidiano dos moradores e trabalhadores das grandes cidades e isso tem impacto direto no bem-estar. Independente da fonte causadora do ruído, seja este ruído urbano ou proveniente de dispositivos sonoros, ruído ocupacional ou de atividades de recreação, é reconhecido pelo seu aspecto nocivo³. A literatura apresenta evidências que relacionam o efeito do ruído a distúrbios do sono, desconforto, risco de doença cardiovascular, interferências nas atividades de vida diária, raiva, desprazer, exaustão e estresse⁴⁻⁷.

Para provocar esses prejuízos, o grau de nocividade do ruído depende de fatores como tempo de exposição e da intensidade da sua emissão. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio das regras da NBR 10.152 e 10.151, determina limites para níveis de ruído produzidos em ambientes internos e externos e ruídos que causam interferência nos interiores dos domicílios⁸. De acordo com a NBR 10151, os valores máximos permitidos, sem que seja causado prejuízo à saúde, variam de 60 dB para o período diurno e 55 dB no período noturno⁸. Valores de intensidade sonora acima destes provocam alterações na qualidade de vida da população. Outros países também apresentam normativas que estabelecem os valores máximos aceitáveis para emissão de ruído no espaço urbano. Acompanhando o alerta emanado pela OMS sobre os efeitos do ruído, destacam-se na Europa, a Diretiva 2002/49/EC que estabelece o nível máximo de ruído do tráfego rodoviário a 55 dB durante o dia e 50 dB à noite⁹. Dentre esses, destaca-se a Alemanha, que estabeleceu que os valores de ruído do tráfego não devem ultrapassar os níveis de 53 dB durante o dia e 45 dB à noite⁹. Na Ásia destaca-se o Japão que possui diretrizes que estabelecem o limite de 60 dB para áreas residenciais durante o dia e 50 dB à noite¹⁰. Apesar dessas diretrizes e leis, todos esses países estão sujeitos a enfrentar níveis de ruído superiores ao estabelecido, conforme descrito em

outros trabalhos^{2,11-14}. Essa situação é preocupante e demanda uma discussão entre todos os setores da sociedade.

Além dos efeitos auditivos, há evidências de outros problemas de saúde pela exposição contínua ao ruído e impactos na qualidade de vida⁹. Apesar de estar descrito na literatura os efeitos auditivos e não-auditivos causados em decorrência do ruído, fez-se pertinente conduzir uma revisão de escopo com o objetivo de mapear sistematicamente as publicações produzidas sobre esse tema, bem como identificar eventuais lacunas no conhecimento. Dessa forma, para que se possa, ainda, contribuir para a compilação dos principais métodos de investigação do ruído urbano e reduzir as eventuais confusões da literatura sobre quais unidades logarítmicas são adotadas na literatura especializada, a pergunta de pesquisa foi: quais são as formas de aferição do ruído urbano e seus principais impactos na saúde humana?

MÉTODOS

Protocolo de pesquisa e critérios de elegibilidade

Esta é uma revisão de escopo que teve como objetivo investigar as formas de aferição do ruído urbano, bem como os seus efeitos na saúde humana. O protocolo desta revisão foi cadastrado na base pública OSF e está sob o DOI: 10.17605/OSF.IO/Z98SK.

Primeiramente foi elaborada a pergunta de pesquisa considerando a estratégia PCC em que P (População) se referiu a estudos com seres humanos, C (Conceito) métodos de aferição e níveis do ruído urbano e C (Contexto) efeitos do ruído urbano na saúde humana. A pergunta norteadora foi: “Quais são as formas de aferição do ruído urbano e o impacto deste na saúde humana?”

Foram incluídos, nesta revisão, artigos científicos e trabalhos oriundos da literatura cinzenta. Todos os trabalhos que investigaram os níveis de ruído urbano e a sua relação com a saúde humana, em qualquer faixa etária e que descrevessem os prejuízos causados pelo ruído, assim como os valores em decibels (dB) e dB(A). O período de inclusão dos artigos foi de 2012 a 2022, com a finalidade de abranger as evidências mais atuais sobre o tema. O período de busca nas bases de dados foi de fevereiro a setembro de 2023. Esta revisão está apresentada segundo as diretrizes dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análise estendido para Revisões de Escopo – (PRISMA-ScR)¹⁵.

Tabela 1. Elaboração da pergunta norteadora e estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão

Categoria	Inclusão	Exclusão
População	Estudos que enfocaram em crianças, adultos ou idosos.	Estudos referentes a saúde animal, ocupacional.
Conceito	Ruído urbano; ruído ambiental; ruído do tráfego (aéreo, aquático ou terrestre). Apresentação das medidas e normas de aferição do ruído (aparelhos utilizados, protocolos de medição)	Ruídos em ambientes escolares; ruídos de infantaria militar, ruído industrial. Estudos que não reportaram essas informações
Contexto	Efeitos na saúde física, emocional, psíquica, cognitiva. Perturbação, desconforto, distúrbio do sono.	Estudos que não relacionaram o ruído à saúde. Condições de saúde não relatadas ou relacionadas.

Bases de dados e busca dos artigos.

A busca dos artigos foi realizada nos portais BVS, Cochrane Library, Medline e Scopus. A base de dados Lilacs foi acessada via portal BVS e a base Medline pelo portal PubMed. As buscas foram realizadas por dois revisores separadamente, ambos seguiram os mesmos critérios de avaliação, inclusão e exclusão dos artigos. Foi realizada uma reunião de consenso entre os revisores e todas as divergências foram resolvidas. Para a seleção dos artigos, foi realizada a identificação dos termos controlados (descritores DeCS/MeSH) e termos livres (palavras-chave)

Foram utilizados os descritores em Português, Francês, Espanhol e Inglês: “Ruído”, (“*Bruit*”), (“*Ruido*”), (“*Noise*”); “Ruído dos Transportes”, (“*Bruit des transports*”), (“*Ruido del transporte*”), (“*Noise, Transportation*”); “Efeitos do ruído”, (“*Effets du bruit*”),

(“*Efectos del ruido*”), (“*Noise effects*”); “Saúde Pública”, (“*Santé Publique*”), (“*Salud Pública*”), (“*Public Health*”); “Qualidade de vida”, (“*Qualité de vie*”), (“*Quality of life*”). Termos livres, tais como sinônimos, termos relacionados, variações de grafia, siglas, acrônimos, palavras-chave também foram utilizados, sendo eles: Ruído Urbano, *Urban Noise*, *Noise Pollution*, *Noises*, *Transportation Noise*, *Transportation Noises* e *HRQOL*, *Health Related Quality Of Life*, *Health-Related Quality Of Life*, *Life Quality*.

Estes descritores e termos foram organizados em equações de buscas pelos operadores AND e OR. As equações de busca foram adaptadas conforme cada base de dados (Tabela 1), pois cada uma apresenta particularidades em seus mecanismos de busca. A literatura cinzenta retomada nessa revisão adveio da BVS, uma vez que esta permite a filtragem de publicações como essa.

Tabela 2. Estratégias de busca por base de dados

Base	Estratégia
Lilacs via BVS*	(ruído OR noise OR ruido OR bruit OR barulho OR barulhos OR «Contaminação Sonora» OR «Poluição Acústica» OR «Poluição Sonora» OR ruidos OR «Ruído dos Transportes» OR «Noise, Transportation» OR «Ruido del Transporte» OR «Bruit des transports» OR «Poluição Sonora Associada aos Transportes» OR «Poluição Sonora Causada por Transportes» OR «Poluição Sonora Gerada por Transportes» OR «Poluição Sonora Provocada por Transportes» OR «Poluição Sonora Veicular» OR «Poluição Sonora de Veículo Automotor» OR «Poluição Sonora do Transporte» OR «Ruído Associado aos Transportes» OR «Ruído Causado por Transportes» OR «Ruído Gerado por Transportes» OR «Ruído Provocado por Transportes» OR «Ruído Veicular» OR «Ruído de Transporte» OR «Ruído do Transporte» OR «Ruído dos Meios de Transporte» OR «Ruído Urbano» OR «Urban Noise» OR «Noise Pollution» OR noises OR «Transportation Noise» OR «Transportation Noises») AND («Efeitos do Ruído» OR «Noise Effects» OR «Efectos del Ruido» OR «Effets du Bruit» OR «Saúde Pública» OR «Public Health» OR «Salud Pública» OR «Santé publique» OR «Qualidade de Vida» OR «Quality of Life» OR «Calidad de Vida» OR «Qualité de vie» OR «HRQOL» OR «QVRS» OR «Qualidade de Vida Relacionada à Saúde» OR «Health Related Quality Of Life» OR «Health-Related Quality Of Life» OR «Life Quality»)
MEDLINE via PubMed	(Noise OR «Noise, Transportation» OR «Urban Noise» OR «Noise Pollution» OR Noises OR «Transportation Noise» OR «Transportation Noises») AND («Noise Effects» OR «Public Health» OR «Quality of Life» OR HRQOL OR «Health Related Quality of Life» OR «Health-Related Quality of Life» OR «Life Quality»)
Cochrane Library	(Noise OR «Noise, Transportation» OR «Urban Noise» OR «Noise Pollution» OR Noises OR «Transportation Noise» OR «Transportation Noises») AND («Noise Effects» OR «Public Health» OR «Quality of Life» OR HRQOL OR «Health Related Quality of Life» OR «Health-Related Quality of Life» OR «Life Quality»)
Scopus	(Noise OR «Noise, Transportation» OR «Urban Noise» OR «Noise Pollution» OR Noises OR «Transportation Noise» OR «Transportation Noises») AND («Noise Effects» OR «Public Health» OR «Quality of Life» OR HRQOL OR «Health Related Quality of Life» OR «Health-Related Quality of Life» OR «Life Quality»)

*Os resultados da MEDLINE foram excluídos da BVS, pois foram analisados via PubMed

Seleção nas bases de dados e dos artigos

O resultado das buscas foi importado para uma planilha do Excel, os títulos e os resumos foram triados de forma independente por dois revisores. Não houve discordância nesta etapa e, portanto, os textos completos foram triados e lidos, também de forma independente pelos mesmos dois revisores. Nesta etapa, as discordâncias foram resolvidas em reuniões, não sendo necessário convidar um terceiro revisor para estabelecer consenso. Por fim, foram coletados os seguintes dados dos artigos remanescentes:

- Ano de publicação
- cidade/país onde foi realizada a pesquisa;
- amostra pesquisada;
- desenho do estudo
- instrumentos e formas de medidas do ruído;
- níveis de ruído urbano encontrados;
- relação entre as medidas e a saúde humana.

Os estudos que foram incluídos foram organizados em dois quadros, um quadro com artigos científicos revisados e outro contendo dissertações e teses com os dados referentes de interesse da pesquisa destacados.

REVISÃO DA LTERATURA

Seleção nas bases de dados e artigos

As bases de dados foram pesquisadas no período de fevereiro a setembro de 2023. No Portal BVS foram identificados 568 artigos, na base PubMed 581, na Cochrane Library 50 e na base Scopus foram identificados 1.656 artigos. A soma dos resultados identificados nas referidas bases totalizou 2.855 artigos. Após a triagem foram excluídos 2.482 artigos na etapa anterior à leitura completa e a justificativa mais prevalente para isso foi a ausência de relação entre títulos e resumos com o tema da pesquisa. Permaneceram 373 artigos para a leitura dos textos completos. Alguns artigos só puderam ser acessados na íntegra via o Portal Capes e Acesso CAFe. Após a leitura completa desses artigos, foram excluídos 340 e a justificativa mais prevalente foi a ausência de métodos de aferição do ruído, seguida de estudos voltados à saúde auditiva ocupacional e condições de saúde não relatadas ou relacionadas. Outras justificativas para exclusão dos artigos estão apresentadas na Figura 1 do fluxograma PRISMA-ScR.

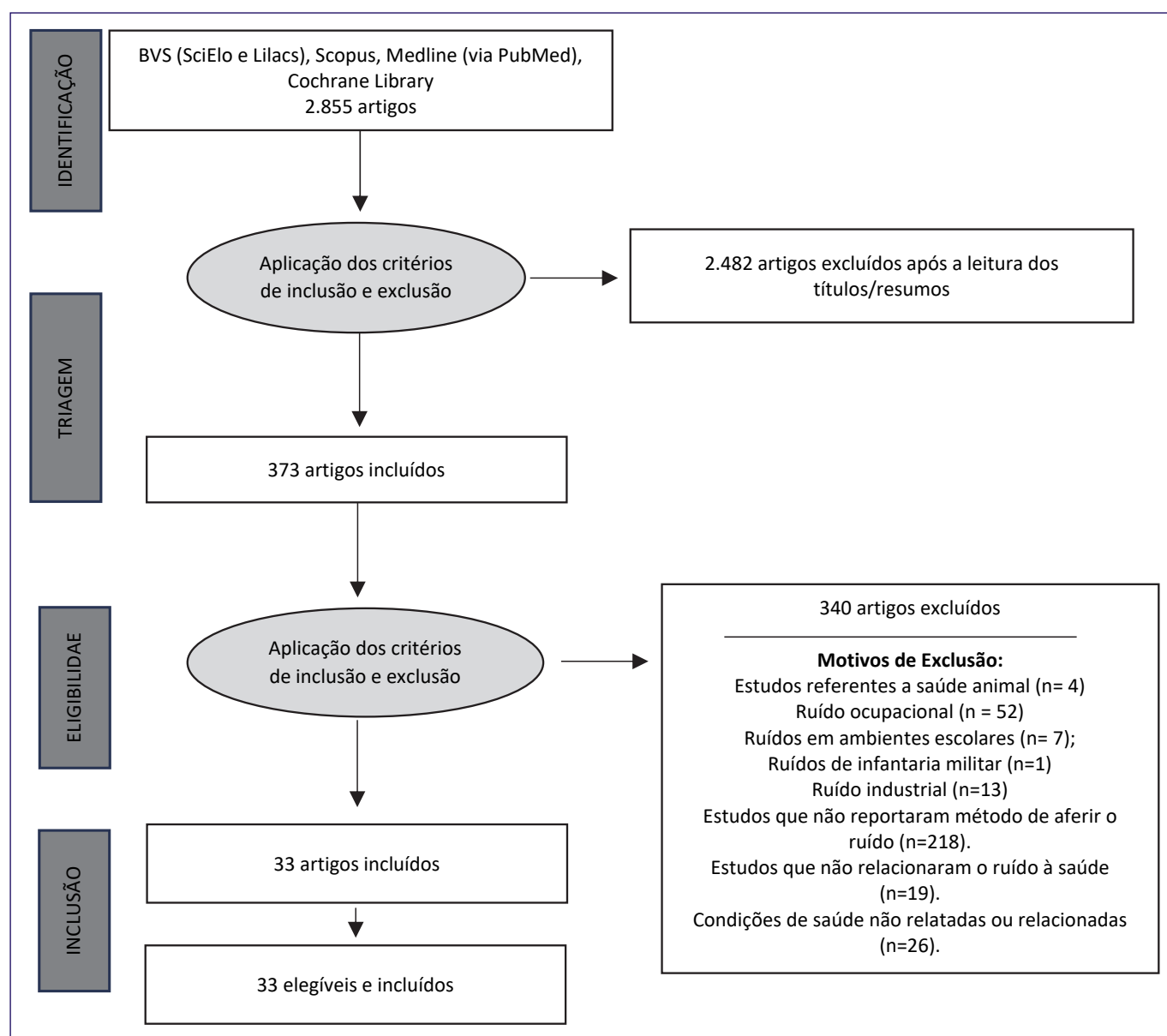


Figura 1. Etapas da revisão conforme os Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análise estendido para Revisões de Escopo – (PRISMA-ScR)

Características dos artigos entre as bases de dados

Após as etapas de identificação, triagem e aplicação dos critérios de elegibilidade sobre os artigos entre as plataformas, restaram 33 artigos que foram considerados elegíveis para a leitura completa. Desse total, 11 artigos provenientes da BVS⁷⁻¹³, dois da PubMed^{21,22}, cinco da Cochrane Library¹⁶⁻²⁰ e 15 artigos da Scopus²¹⁻³⁵. O perfil amostral investigado nos artigos variou desde aqueles que pesquisaram a relação entre áreas ruidosas e os efeitos nos indivíduos residentes em seu entorno^{7,8,11,13,16,19,22,25-27,29,33,34,36-39}, aqueles que pesquisaram a cidade inteira ou uma

amostra representativa^{34,35}. Outros artigos realizaram a aferição do ruído e entrevistaram diretamente a população^{21,25,28,31,34,38}.

Considerando que o ruído é um problema de saúde global, optamos por apresentar as evidências por continentes. Dessa forma verificamos que 18 (54,5%) trabalhos são oriundos da Europa^{9,10,14,15,17,22-24,27-29,31,32,39}, oito (24,2%) da América do Sul^{7,8,11-13,36-38}, cinco (12,1%) da Ásia^{10,18,23,29,38}, dois (6%) da América do Norte^{33,37}, um (3%) da Oceania³⁶. Na Tabela 3 estão apontados os 18 países de onde os artigos foram publicados. Destaca-se que a maioria foi publicada em língua inglesa.

Ainda sobre o desenho de estudo dos trabalhos, destaca-se um artigo estudo de coorte³⁴, outros cinco foram classificados como revisões sistemáticas^{5,17,18,22,27}, um como revisão narrativa³³ e outro como revisão de escopo²³. Outros três artigos são do tipo caso-controle^{21,25,29}, 15 artigos apresentaram-se como estudos transversais^{7,8,22,24,26-29,33-39}, dois estudos de caso^{12,35} e dois estudos tratavam-se de dissertações^{14,20} e uma tese de doutorado¹⁹. Vários estudos revisados utilizaram delineamentos transversais para investigar as relações entre ruído urbano e saúde^{4,7,13,26,28,39}. Esse tipo de delineamento é vantajoso por oferecer um panorama amplo e por identificar associações entre variáveis, porém esses estudos não apresentam desfechos que considerem a determinação de relações causais, uma vez que a exposição ao ruído e os efeitos sobre a saúde são avaliados de forma simultaneamente, sem o acompanhamento longitudinal

necessário para verificar como a exposição cumulativa afeta a saúde ao longo do tempo. No entanto, esses estudos identificaram associações significativas entre níveis elevados de ruído e a incidência de problemas como distúrbios do sono e cardiovasculares, mas suas conclusões são limitadas em relação à causalidade devido ao delineamento transversal utilizado.

Em contrapartida, as revisões sistemáticas e meta-análises incluídas neste artigo permitem uma análise mais robusta ao reunir evidências de múltiplos estudos sobre o impacto do ruído urbano. Essas revisões ampliam a compreensão sobre o tema, oferecendo uma visão geral dos efeitos negativos do ruído em diferentes contextos e populações. No entanto, enfrentam desafios relacionados à heterogeneidade metodológica dos estudos revisados, pois cada estudo utiliza diferentes métodos de medição e faixas de ruído, o que dificulta a comparação direta entre os resultados.

Tabela 3. Número de publicações por países

Continente	País	n de artigos	Idioma	Autores
Ásia	*	1	Inglês	Gjestland, 2019 ¹⁸
	Coreia do Sul	1	Inglês	Kim et al., 2014 ²⁹
	Índia	1	Inglês	Pande et al., 2012 ³⁸
	Malásia	1	Inglês	Darius, Awang, Deros & Isamil, 2014 ¹⁰
	Japão	1	Inglês	Kageyama, 2016 ²³
América do Norte	Canadá	1	Inglês	King, Roland-Mieszkowski, Jason & Rainham, 2012 ³⁷
	Estados Unidos	1	Inglês	Muzel, Gori, Babisch & Basner, 2014 ³³
América do Sul	Brasil	8	Português	Antas et al., 2014 ¹⁶ ; Suriano, Souza & Silva, 2015 ¹¹ ; Forcetto, 2016 ²⁰ ; Bressane et al., 2016 ⁷ ; De Brito, 2017 ¹³ ; Palma, 2018 ¹⁴ ; Santos, 2020 ¹⁹ ;
	Chile	1	Inglês	Alburquenque et al., 2020 ⁴
Europa	*	1	Inglês	Gjestland, 2019 ¹⁸
	Alemanha	2	Inglês	Schübert et al., 2019 ⁵ ; Hegewald et al., 2017 ²⁵
	Áustria	1	Inglês	Lercher, Widmann & Thudium, 2014 ³²
	Bulgária	1	Inglês	Dzhambov & Dimitrova, 2014 ³⁰
	Chéquia	3	Inglês/Checo	Franek et al., 2018 ²¹ ; Filová, Samaonhýl & Argalásová, 2015 ²⁷ ; Urban & Máca, 2013 ³⁵ ;
	Espanha	2	Inglês/Espanhol	Escobar & Divisón, 2016 ³⁹ ; Foraster et al., 2014 ³¹
	Inglaterra	2	Inglês	Erfanian, Mitchell, Kang & Aletta, 2019 ²² ; Stansfeld, 2015 ¹⁷ ;
	Suíça	2	Inglês	Schaffer et al., 2021 ⁶ ; Héritier et al., 2014 ³⁴
	Polônia	1	Inglês	Nowakowska-kotas, Pokryszko-Dragan & Brodowski, 2015 ²⁸ ;
	Portugal	2	Inglês	De Paiva Vianna, Alves & Rodrigues, 2015 ²⁶ ; Silva & Mendes, 2012 ¹²
Oceania	Reino Unido	1	Inglês	Thompson et al., 2022 ²⁴
	Nova Zelândia	1	Inglês	Welch, Sheperd, Dirks, McBride & Marsh, 2013 ³⁶
Total		33		

Legenda: * O estudo avaliou 11 aeroportos situados em cidades da Europa e da Ásia (Amsterdã, Atenas, Berlin, Heathrow, Milão, Estocolmo, Zurique, Ho Chi Min, Hanoi, Da Nang, Frankfurt)

Síntese dos resultados

Os procedimentos de aferição do ruído variaram entre os artigos. Em uma análise temporal é possível verificar que os artigos publicados entre os anos de 2012 e 2014^{8,19,33-35} preocuparam-se em estabelecer medidas de ruído a partir de dispositivos medidores. Contudo, outros artigos publicados ao longo do ano 2014 apresentaram em sua metodologia de aferição por dispositivos associados às escalas logarítmicas de previsão do ruído urbano^{33,34}. Isso também é reproduzido em anos posteriores, como 2015^{26,27} e 2016²³. Ainda ao longo de 2014, observa-se uma preocupação, por parte dos pesquisadores em analisar as normas regulamentadoras de tolerância e emissão de ruído urbano dos países^{25,27-29}. Esses pesquisadores descrevem em seus artigos um paralelo entre a efetividade das normas e a realidade das cidades.

Os níveis de ruído urbano aferidos variaram, e é importante ressaltar que dentre os artigos que citaram normas regulamentadoras de emissão e tolerância ao ruído urbano, os valores aferidos estavam acima dos limites determinados^{11,30,31,36}. Os valores máximos obtidos nesses artigos foram 56.7dB³¹, 60 a 80 dB³⁰, 65 a 70 dB(A)¹¹ e valores entre 55 e 65 dB³⁶. Outros artigos apontaram valores mais intensos de ruído urbano tal como 85.8 dB¹⁰ em uma rodovia que liga Paka, Dungun e Terengganu em Kuala Lumpur (Malásia). Outros artigos obtiveram o valor de 93.3 dB³⁷ em uma área residencial no Canadá. Outro trabalho apontou o valor de 94 dB¹⁶ nos arredores de um mercado público em João Pessoa (Brasil). As revisões sistemáticas apresentaram valores mais intensos variando de 96.5 dB²⁴ a até 120 dB²⁷. Um estudo investigou o ruído produzido por drones e relatou medidas de ruído de até 102,6 dB, e destacou que o ruído dos drones era substancialmente mais incômodo do que o do tráfego²⁴. A pesquisa realizada na Coreia do Sul observou valores de ruído de até 100 dB em áreas de alta exposição. O estudo relatou distúrbios do sono como consequência do ruído²⁹.

No Quadro 1 estão descritos todos os artigos incluídos nessa revisão, bem como os dados coletados

que foram objeto desta revisão de escopo. O Quadro 2 apresenta as evidências por parte da literatura cinza. A relação dos efeitos do ruído na saúde humana foi realizada na maioria dos estudos por meio de questionários semiestruturados^{7,11,16,18,19,21,38}, predição/inferência do impacto do ruído urbano na saúde humana^{4,13} e por aplicação de questionários concomitantes a exames físicos e sanguíneos após a exposição ao ruído³².

As consequências do ruído para saúde humana variaram devido o objetivo da proposta de cada pesquisa. Dessa forma, alguns autores concluíram que há um efeito significativo no distúrbio cognitivo, na habilidade e leitura, linguística e função executiva²⁴. Outro autor identificou que o ruído dos drones é substancialmente mais incômodo⁶ do que outros ruídos. Os níveis de ruídos obtidos por pesquisadores em Santiago (Chile) revelaram associações entre a exposição ao ruído e distúrbios do sono, risco de doença cardiovascular, interferências na atividade de vida diária, raiva, desprazer, exaustão e estresse⁴. No Brasil, as pesquisas apontaram associação entre a exposição ao ruído e desconforto, desagradado¹⁹, incômodo¹¹, interferências laborais, zumbido, cefaleia, estresse, desconcentração e irritabilidade¹⁶, indisposição, estresse e redução do desempenho físico⁷, efeitos negativos na saúde em geral¹³, incômodo e irritabilidade¹⁴ e perda auditiva²⁰. Outros estudos apontaram outros sintomas associados à exposição a níveis elevados de ruído, tais como hiperatividade/desatenção⁵. Uma revisão sistemática qualitativa de 5 artigos aponta para efeitos como excitação simpática, aumento da frequência respiratória e variações perceptivas em resposta ao ruído²². Um estudo de caso-controle, realizado com estudantes revelou que o ruído do tráfego pode aumentar a velocidade do caminhar e, isso sugere uma resposta de estresse estimulado pelo ambiente²¹. Outro estudo de caso-controle com mulheres próximas ao aeroporto de Frankfurt sugere uma associação entre o ruído do aeromotor e o risco de câncer de mama²⁵.

Quadro 1. Formulário de coleta de dados – principais achados dos artigos selecionados

Autor e Ano	Amostra	País	Idioma publicado	Desenho de Estudo	Procedimento de Medidas	Níveis Aferidos	Consequências na Saúde apontadas pelo artigo
Thompson et al., 2022 ²⁴	Revisão sistemática com meta-análise sobre 16 estudos cujo enfoque foi na relação entre a poluição sonora e a cognição humana	Reino Unido	Inglês	Revisão Sistemática com meta-análise	Diferentes medidas do ruído foram identificadas nos 16 estudos	Valores entre 59 dB e 96,5 dB	Efeitos/Impactos negativos: nas funções cognitivas em crianças e adultos mais velhos. Distúrbio cognitivo, na leitura e habilidade linguística, além de efeito contrário na função executiva.
Shäffer et al., 2021 ⁶	Revisão sistemática sem meta-análise sobre o ruído emitido por drones e seus efeitos em humanos.	Suíça	Inglês	Revisão Sistemática	Diferentes formas de medidas dos ruídos nas 10 referências retomadas.	Valores entre 54 dB e 102,6 dB	Efeitos/Impactos negativos: estado de humor; Incômodo.
Alburquerque et al., 2020 ⁴	Dois bairros de Santiago	Chile	Inglês	Transversal	Primeiro local: monitorado 13 dias consecutivos em 2008. Segundo local: Monitorado 35 dias Ruído gravado usando Norsonic (Nor121 e Nor1225 microfone externo)	Primeiro local: Nível mínimo: 60,2 dB Nível máximo: 70,5 dB Segundo local: Nível mínimo: 61,2 dB Nível máximo: 74,0 dB	Efeitos/Impactos negativos: Distúrbios do sono, alto incômodo; risco de doença cardiovascular, interferências nas atividades de vida diária, raiva, desprazer, exaustão e estresse.
Schubert et al., 2019 ⁵	Análise sistemática de 14 artigos	Alemanha	Inglês	Revisão sistemática com meta-análise	Revisão sistemática com meta-análise de 14 artigos. Análise quantitativa dos artigos retomados.	Valores de ruído a partir de 40 dB	Efeitos/Impactos negativos: hiperatividade/desatenção.
Erfanian, Mitchell, Kang & Aletta, 2019 ²²	Análise qualitativa de 5 artigos	Inglaterra	Inglês	Revisão Sistemática	Revisão sistemática de 5 artigos. Análise qualitativa dos sobre o impacto do ruído na percepção e na saúde psicológica dos indivíduos.	Valores identificados Referência 1: 52,2 – 77,5 dB. Referência 2: 40 – 80 dB. Referência 3: 71 dB Referência 4: 60 – 74 dB. Referência 5: 64 dB.	Referência 1 Excitação simpática Referência 2 Aumento da frequência respiratória. Referência 3 Não encontrou mudança da frequência cardíaca. Referência 4 Aumento da frequência cardíaca e respiratória; Referência 5 Variabilidade substancial da média de resposta na dimensão perceptiva do som. Sons naturais provocaram prazer e excitação. Poluição sonora considerada como dominante e agitados.
Franek et al., 2018 ²¹	83 estudantes Idades entre 19 e 25 anos 48 Homens 35 mulheres	Chéquia	Inglês	Caso-Control	Menciona a obtenção das medidas em bases secundárias. Controlaram a emissão do ruído por meio de dispositivos digitais nos fones de ouvido dos grupos pesquisados.	Trajeto de 1 a 4: 55 dB(A) a 60 dB(A). Trajetos de 5 a 7: 50 dB(A) a 55 dB(A).	Efeitos/Impactos negativos: Aumento da velocidade do caminhar do grupo caso em relação ao grupo controle. Sugere uma resposta de estresse estimulado pelo ambiente.
Gjestland, 2018 ¹⁸	Revisão de evidência de 12 estudos	Aeroportos de 11 cidades da Europa e da Ásia	Inglês	Revisão Sistemática	Menciona métodos diversos, sem especificar.	Ruídos variando entre: 54,6 dB – 75,5 dB	Efeitos/Impactos negativos: alta irritabilidade; qualidade de vida moderada.
de Brito, 2017 ¹³	Bairro do Capivari, na Estância Turística de Campos do Jordão	Brasil	Português	Transversal	Avaliações em 15 locais, 8 medições com 15 minutos de duração. Medidor de pressão sonora tipo II, com circuito de compensação "A".	Dias Úteis – 70 dB(A) Feriados – 60 dB(A)	Efeitos/Impactos negativos: piora na saúde e na qualidade de vida.
Hegewald et al., 2017 ²⁵	571.183 mulheres residentes no entorno do aeroporto Internacional de Frankfurt	Alemanha	Inglês	Caso-Control	Valores do ruído do tráfego foram obtidos através de dados providos pelos municípios. Todos os valores de ruído foram calculados de acordo com os padrões alemães, utilizando o software SoundPLAN version 7.3.	Níveis de ruído advindos do transporte aéreo e ferroviário > 40 dB. Valores variaram de <40 dB para aeromotores a 85,7 dB para o tráfego terrestre.	Efeitos/Impactos negativos: Aumento do risco de receptores de estrogênio (-) de câncer de mama.

Autor e Ano	Amostra	País	Idioma publicado	Desenho de Estudo	Procedimento de Medidas	Níveis Aferidos	Consequências na Saúde apontadas pelo artigo
Bressane et al., 2016 ⁷	Zona central de Rio Claro, São Paulo. E 109 indivíduos entrevistados	Brasil	Português	Transversal	Medições realizadas em 35 pontos. Uso de medidor de pressão sonora digital da marca Instrutherm, modelo DEC-470, classe 2 (Instrutherm, São Paulo, Brasil). Medições feitas às quintas e sábados das 08 às 09h, 11 às 12h, 12 às 13h, 14:30 às 15:30h (apenas no sábado), 17 às 18h e das 18 às 19h.	Foram obtidos valores em torno de 70 dB(A)	Efeitos/Impactos negativos: 66,4% relataram que a poluição sonora tem provocado algum impacto na saúde; 34,4% acusaram efeitos sobre a disposição e desempenho físico; 73% indicaram estresse em decorrência do ruído; 71,5% relataram efeitos da poluição sonora sobre o desempenho mental; 77% relataram perceber prejuízos na audição e comunicação.
Kageyama, 2016 ²³	Zonas urbanas	Japão	Inglês	Revisão de Escopo	Escalas logarítmicas preditivas considerando o nível de ruído contínuo e intermitente nos períodos do anoitecer e noturno.	Foram verificados valores em média de 40 dB. Variações de 10-15 dB considerando as abertura ou fechamento das janelas da casa.	Efeitos/Impactos negativos: distúrbio do sono.
Escobar & Divisón, 2015 ³⁹	População de Londres. Análise de prontuários de pacientes hospitalizados por causa cardiovascular e a mortalidade cardiovascular.	Espanha	Espanhol	Transversal	Os níveis anuais de ruído do tráfego rodoviário para os anos de 2003-10 foram modelados em centros geométricos de 190 000 locais de código postal usando o TRAFFIC Modelo de ruído Exposure (TRANEX)2 com resolução de nível de ruído de 0,1 dB(A)	Valores > 60 dB(A)	Efeitos/Impactos negativos: cardiopatia isquêmica; aumento da taxa de mortalidade.
De Paiva Vianna, Alves & Rodrigues, 2015 ²⁶	Estudo exploratório conduzido em Porto (Portugal)	Portugal	Inglês	Transversal	A paisagem sonora foi feita com base nos métodos de cálculo dos indicadores L_{den} e L_n a previsão do ruído de rodovia foi feita usando NMPB-Routes-96, com apoio do software Cadna-A.	Valores de níveis de ruído 48.5 dB(A); 52.6 dB(A); 57.8 dB(A); 63.3 dB(A); 67.5 dB(A); 72.8 dB(A).	Efeitos/Impactos negativos: 70 a 85% referiram não sentir incômodo entre 48.5 e 63.3 dB(A); 35% referiram um pouco de incômodo com valor de 67.5 dB(A) 75% referiram muito incômodo com ruído a 72.8 dB(A)
Filová, Samonhyi & Argalásová, 2015 ²⁷	Revisão de literatura	Chéquia	Checo	Revisão de literatura	Diferentes medidas e formas de medir o ruído. Escalas logarítmicas considerando a medida de segurança da OMS de 55 dB. Considerando a frequência de 2 a 6kHz	Valores variando de 50 dB a 70 dB e até 120 dB.	Efeitos/Impactos negativo: incômodo, distúrbio do sono, alterações nas funções cognitivas e no sistema cardiovascular.
Nowakowska-Kotas, Pokryszko-Dragan & Brodowski, 2015 ²⁸	Estudo realizado com 36 voluntários saudáveis na cidade de Wrocław	Polônia	Inglês	Transversal	Ruído do tráfego foi aferido usando um microfone com pré-amplificador (PCB modelo 378B02, PCB Piezotronics Inc., USA)	O nível de ruído variou de 45 a 85 dB	Efeitos/Impactos negativos: Deterioração no fluxo sanguíneo cerebral durante as atividades mentais. O hemisfério não-dominante parece tornar-se mais envolvido no processamento dos sinais auditivos nas condições adversas.
Stansfeld, 2015 ¹⁷	Revisão narrativa de 25 artigos	Inglaterra	Inglês	Revisão sistemática	Artigos descreveram métodos instrumentos diversos de aferição. Ponto fixos de medidas, decibelímetro; dosímetro	Entre 55 dB e 65 dB	Efeito/Impacto negativo: problemas cardiovasculares; alterações nas cognições e saúde mental e problemas na pressão arterial.
Suriano, Souza & Silva, 2015 ¹¹	Três avenidas do município São Carlos, São Paulo	Brasil	Português	Transversal	Foi utilizado o equipamento Analyser 2270-L da Brüel&Kjær, tipo Hand-Held, com protetor de vento acoplado ao microfone, para minimizar interferências. O aparelho foi configurado com as especificações para medições externas de ruído ambiental, atendendo às especificações metodológicas indicadas pelas NBR 10.151	Período matutino: 65 e 70 dB(A) Período vespertino: 60 e 65 dB(A)	Efeito/Impacto negativo: incômodo com o ruído.

Autor e Ano	Amostra	País	Idioma publicado	Desenho de Estudo	Procedimento de Medidas	Níveis Aferidos	Consequências na Saúde apontadas pelo artigo
Antas et al., 2014 ¹⁸	Avaliação do ruído nos arredores do mercado público de João Pessoa/PB -23 estabelecimentos - 89 trabalhadores	Brasil	Português	Transversal	Medição de pressão sonora por meio de um decibelímetro digital (Minipa), na entrada de cada estabelecimento	Valores variaram de: 55 dB a 94dB	Efeitos/Impactos negativos: Incômodo, interferência nas atividades laborais; Queixas auditivas: Zumbido. Queixas extraauditivas: Cefaleia, estresse, ansiedade, desconcentração, irritabilidade.
Kim et al., 2014 ²⁹	Avaliação de regiões ao redor de campo aéreo militar. Divididos em 3 (três) grupos: 1 alta exposição; 2; baixa exposição; 3 grupos controles.	Coreia do Sul	Inglês	Caso-controle	Medias do ruído de aeronave em direção para o solo, usando os medidores sonoros NL-20 e NL-21, seguindo as recomendações do Ministério do Ambiente da Coreia. Foram gravados os níveis sonoros durante 7 (sete) dias. Foram extraídas as medidas máximas, médias e mínimas.	Valores variaram, sendo mais elevados em 4 áreas. Sendo respectivamente 100 dB, 95 dB, 85 dB e 75 dB.	Efeitos/Impacto negativo: distúrbios do sono.
Darius, Awang, Deros & Isamil, 2014 ¹⁰	Rodovia de Paka a Dungun Terengganu. Kuala Lumpur	Malásia	Inglês	Transversal	Mensurações em seis estações e avaliações subjetivas. A 1ª medida foi obtida a menos de 50m da fonte sonora. Foi utilizado SoundTrack LXt medidor de nível sonoro. Aparelho calibrado e instalado de 1.2 a 1.5m e a 1m de distância da rodovia. Cada mensuração durou 40 minutos.	Valores variaram de 51dB a 85,8dB	Efeitos/Impactos negativos: desordem emocional (31,6%), insônia (28,9%), problemas gerais de saúde (29,8%).
Dzhambov & Dimitrova, 2014 ³⁰	30 indivíduos residentes em uma vizinhança de Plovdiv, Bulgária.	Bulgária	Inglês	Transversal	Foi utilizado o Método Nacional Francês "NMPB-Routes-96" com o dispositivo medidor de nível sonoro Bruel na Kjaer Typer 2240. A medição ocorreu em um raio de 600 metros.	Valores variaram de 60 dB a 80 dB.	Efeitos/Impactos negativos: irritabilidade/raiva fortemente associada com a contínua exposição ao ruído.
Foraster et al., 2014 ³¹	Amostra consistiu em 2.067 indivíduos de 36-82 anos. Barcelona.	Espanha	Inglês	Transversal	Os pesquisadores seguiram o modelo da European Noise Directive 2002/49/EC (END) que utiliza o método NMPB routes-96. As medidas foram feitas com um SC-30 medidor sonoro e um calibrador CB-5. Foram realizadas medidas externas ao domicílio e internas.	Valores de medidas externas: 56.7dB; 53.5 dB e 27,1 dB. Valores das medidas internas: 57.2 dB;	Efeitos/Impactos negativos: prevalência de hipertensão.
Lecher, Widmann & Thudium, 2014 ³²	40 km Lower Inn valley (east of Innsbruck.	Austria	Inglês	Transversal	Medidas realizadas de acordo Austrian Guidelines (OAL Nr. 28 + 30, ONORM S 5011) com uma resolução de 25m x 25m.	Valores entre 45 dB e 75 dB	Efeitos/Impactos negativos: no sistema cardiovascular, Hipotensão e aumento no relato do uso de medicação.
Muzel, Gori, Babisch & Basner, 2014 ³³	Revisão de literatura com enfoque no desfecho cardiovascular.	Estados Unidos	Inglês	Revisão Narrativa	Diferentes métodos apresentados pelos estudos. Estimativas, escalas logarítmicas preditivas sobre níveis definidos.	Valores a partir de 33 dB. São citados valores acima de 70 dB.	Efeitos/Impactos negativos: Aumento da prevalência da hipertensão arterial e da incidência de doenças cardiovasculares.
Héritier et al., 2014 ³⁴	4000 residentes selecionados aleatoriamente, com idades entre 30 e 60 anos. Nas cidades de Basel e Basel-Country. Eles foram acompanhados por 1 (um) ano.	Suíça	Inglês	Estudo de coorte	Os valores referentes ao ruído foram obtidos por meio de um modelo estabelecido em 2008. Os níveis de ruído são obtidos por meio de cálculos baseados em escala logarítmica a partir dos valores do SonBase Model	Valores entre 52.02 dB(A) e 58.18 dB(A) na rodovia. Valores na ferrovia variaram de 23.59 dB(A) a 34.03 dB(A).	Efeitos/Impactos negativos: Distúrbios do sono e incômodo.
Urban & Máca, 2013 ³⁵	5 (cinco) cidades da Chéquia	Chéquia	Inglês	Transversal	Autores utilizaram medidores de ruído por 24h. Medidas de incômodo foram providas pelos participantes por meio de questão simples.	Valores variaram de 47 a 79 dB para as rodovias. Valores de 46 a 72 dB na malha ferroviária.	Efeitos/Impactos negativos: na satisfação geral com a vida em áreas urbanas; incômodo com o ruído devido às rodovias e ferrovias tem um efeito negativo forte na satisfação residencial.

Autor e Ano	Amostra	País	Idioma publicado	Desenho de Estudo	Procedimento de Medidas	Níveis Aferidos	Consequências na Saúde apontadas pelo artigo
Welch, Sheperd, Dirks, McBride & Marsh, 2013 ³⁶	5 (cinco) áreas em Auckland	Nova Zelândia	Inglês	Transversal	Estimativa dos níveis sonoros baseados na Auditoria do Transporte de Nova Zelândia. Oeste = 61 dB; Sul = 50 dB; Norte = 77 dB; Leste = 75 dB;	Valores estimados variando entre 55 e 65 dB.	Efeitos/Impactos negativos: na qualidade de vida.
King; Roland-Mieszkowski; Jason & Rainham, 2012 ³⁷	Duas vizinhanças: Uma exclusivamente residencial e outra residencial e comercial. Área 1: 653 indivíduos Área 2: 566 indivíduos	Canadá	Inglês	Transversal	Medidas do nível sonoro foram realizadas usando um instrumento <i>centre 322 Logging Sound Level Meter (SLM)</i> e um gravador <i>Marantz PMD-660 Solid State</i> .	Área 1 – média de 48,1 dB(A); Valores máximos variando de 60,6 dB(A) a 93,3 dB(A) Área 2 – média de 56,6 dB(A); Valores máximos variando de 69,7 dB a 90,3 dB(A).	Efeitos/Impactos negativos: aumento da pressão arterial; qualidade do sono; qualidade de vida; performance cognitiva; equilíbrio hormonal (níveis epinefrina);
Pande et al., 2012 ³⁸	602 indivíduos.	Índia	Inglês	Transversal	Medidas realizadas em momentos silenciosos e ruidosos. Os autores desenvolveram um software que estima o nível de ruído.	O nível de som ambiental foi classificado em alto e muito alto (70 dB – 110dB) com referência Noise Guidelines Manual 1995	Efeitos/Impactos negativos: na memória e dificuldade em determinar os impactos de curta duração de exposição ao ruído.
Silva & Mendes, 2012 ¹²	Avaliação da poluição do ar e sonora da cidade Viana do Castelo – Portugal.	Portugal	Inglês	Estudo de caso	Método de Previsão do Ruído de Tráfego – 96. Realiza o cálculo da acústica de cada raio de emissão por um receptor que corta uma fonte linha.	Valores variaram de 45 dB a 65 dB.	Efeitos/Impactos negativos: na saúde humana em geral.

Quadro 2. Formulário de coleta de dados principais achados

Autor e Ano	Amostra	País	Idioma publicado	Característica da evidência	Procedimento de Medidas	Níveis Aferidos	Consequências na Saúde apontadas pelo estudo
Santos, 2020 ¹⁹	Jardim fronteiriço da Faculdade de Saúde Pública – Zona oeste de São Paulo/SP	Brasil	Português	Tese de doutorado	A autora relata ter utilizado Medidor de pressão sonora integrador, modelo SOLO, classe 1. Avaliação in situ, rota traçada e medições realizadas em 3 pontos.	Ponto 1 = 72,7 dB(A) Ponto 2 = 94,2 dB(A) Ponto 3 = 76,9 dB(A)	Desconforto e desagradado.
Palma, 2018 ¹⁴	Marginal do Rio Tietê, Arco do Tietê – São Paulo - SP	Brasil	Português	Dissertação de mestrado	Autor relatou que utilizou um medidor de nível sonoro, modelo 971 tipo 1- SVANTEK. Medições realizadas de acordo com NBR 10.51/2003	Foram encontrados valores acima de 70 dB(A).	Os entrevistados apontaram incômodo e irritabilidade em relação ao ruído.
Forcetto, 2016 ²⁰	Dois locais na região do ABC Paulista – São Paulo – SP. Avaliação de escapamento de motocicletas	Brasil	Português	Dissertação de mestrado	O autor relatou que foram utilizados dois aparelhos para aferir o ruído. Sendo eles: -MNS Bruel & Kjaer – modelo 2238 Mediator -Calibrador Acústico Bruel Kjaer modelo 4231 – 94 dB-SPL 1000 Hz	Relata valores máximos de 80 dB(A)	Destaca que esse nível de ruído favorece a perda auditiva do piloto e desconforto nos indivíduos próximos.

Resumo das evidências

Esta revisão objetivou analisar as principais evidências que mensuraram o ruído urbano e estabeleceram a relação entre os níveis de ruídos identificados e os efeitos na saúde humana. Por tratar-se de uma revisão de escopo, foram analisadas as metodologias empregadas nos estudos retomados e as formas de mensuração do ruído urbano. Por meio dessas análises

pode-se estabelecer um raciocínio crítico sobre as formas de aferição do ruído e análise, os níveis de ruído e seus efeitos/impactos na saúde humana. Os artigos reunidos nessa revisão expressam a preocupação da ciência no entendimento dos fenômenos de adoecimento relacionados ao ruído urbano. Nenhum dos artigos avaliados abordou a dificuldade de percepção da fala e não usou a categorização de ouvintes e não ouvintes.

A identificação do ruído urbano é importante para o estabelecimento das medidas de prevenção e controle do ruído. Essa ação precisa ser realizada de maneira padronizada, considerando a natureza física do ruído e a sua fonte. Nesta revisão, boa parte das pesquisas que investigaram o ruído em campo atenderam essa prerrogativa em suas metodologias^{7,8,11,13,21,24-26,32,34,36-38}. Destaca-se que as aferições do ruído urbano ocorreram em ruas, rodovias, em momentos de grande tráfego de veículos, assim como em momentos silenciosos. Em outras pesquisas autores investigaram a comparação dos valores mensurados em ambientes exteriores e interiores de domicílios. Estas são estratégias que apresentam aplicabilidades importantes para a caracterização das fontes e níveis de ruído urbano, das áreas de maior ou menor contaminação acústica e exposição da população. Tornando a evidência científica mais próxima da realidade em que os indivíduos estão expostos. Os indivíduos dos estudos variaram em relação a idade, gênero e nacionalidade, sendo majoritariamente indivíduos adultos e sem condições de saúde aparente ou informada^{16,21,25,26,28,30,31,37,38}. Essas características se alinham aos objetivos dos estudos contidos nesta revisão.

Os níveis de ruído urbano encontrados e descritos nos artigos revisados apresentaram-se, em sua maioria, acima dos valores estabelecidos como aceitáveis, tanto pela Organização Mundial de Saúde (OMS) quanto para as leis e normas dos seus respectivos países^{11,13,16,19,21,39}. A OMS especifica que o nível de pressão sonora não deve exceder 50 dB $L_{Aeq\ 16\ hour}$ nas áreas externas durante o dia e a noite não exceder a 30 dB $L_{Aeq\ 8\ hour}$ em áreas fora do quarto¹⁸. De acordo com a OMS a exposição a nível de ruído sem prejudicar a qualidade de vida e a saúde é de 55 dB(A) e durante o sono deve diminuir para 45 dB(A). A OMS ainda aponta que valores acima de 65 dB(A) podem gerar efeitos negativos¹¹. No Brasil, a NBR 10151 estabelece o nível de pressão sonora equivalente (LA_{eq}) em decibéis ponderado em dB(A) estabelecendo os períodos diurno (das 7h às 22h) e noturno (das 22h às 07h), e limitando os valores de 55 dB e 50 dB respectivamente⁴⁰. Como consequência são descritos diversos efeitos na saúde dos indivíduos pesquisados. Nesta revisão foram encontradas evidências de que o nível de ruído acima de 80 dB favorece a perda auditiva, o surgimento do zumbido, assim como causa incômodo, interferência nas atividades laborais, cefaleia, estresse, desconcentração e ansiedade^{16,20}. Uma revisão da literatura apontou associação entre a exposição ao ruído de

aeronaves e do tráfego com a habilidade cognitiva de atenção, em crianças²⁴. Embora os sintomas auditivos sejam os primeiros a serem percebidos, a percepção subjetiva também merece destaque uma vez que repercute em todo organismo do indivíduo. Nenhum dos estudos incluídos nesta revisão mencionou tipo ou grau de perdas auditivas em decorrência do ruído urbano.

Entre os artigos revisados, alguns pesquisadores analisaram os aspectos subjetivos na percepção do ruído urbano e concluíram relações entre eles e os efeitos não-auditivos^{7,11,16}. Esses autores destacaram o incômodo, desconforto, declínio do desempenho mental e a irritabilidade. Uma revisão sistemática apontou declínios nos desempenhos de leitura, fala e habilidade de linguagem. Os autores descrevem a relação entre a piora no desempenho na leitura com a distração causada por ruído de aeronave, cujo nível de ruído aferido foi igual a 60 dB LA_{eq} ²⁴. O ruído urbano ainda promoveu efeitos negativos na qualidade de vida^{13,18}, qualidade do sono^{4,10,23,27,29,34} e na saúde do sistema cardiovascular^{17,22,27,33,39}. Uma revisão sistemática identificou um aumento da frequência cardíaca associado à exposição a níveis elevados de ruído, especificamente ao som de sirenes. Por meio de análises de regressão, os autores estabeleceram essa relação e destacaram que o impacto observado na frequência cardíaca foi equivalente ao registrado durante a prática de atividades físicas, como o jogo de tênis²². A literatura aponta que além desses sinais, o aumento da pressão sistólica e diastólica causa a liberação de hormônios de estresse, tais como catecolaminas e glicocorticoides²². Adicionalmente, níveis elevados de ruído foram associados a outros sintomas cardiovasculares, incluindo hipertensão, doença cardiovascular isquêmica e infarto³⁹.

Essas evidências sustentam a preocupação das autoridades de saúde sobre o aumento do nível de ruído urbano. É plausível hipotetizar que estes efeitos podem culminar no aumento da prevalência do uso de medicações para regulação da pressão arterial, do sono e concentração. E isso pode ter impacto nos sistemas públicos e privado de saúde. É preciso discutir com a sociedade medidas de prevenção, assim como promover outros estudos que investiguem as repercussões socio-interacionais e nos sistemas de saúde relacionadas ao ruído urbano.

Considerando que no Brasil há legislação vigente, como a Resolução do CONAMA nº 001 de 03/03/1990 que instituiu o Programa Nacional de Educação e

Controle de Poluição Sonora – Silêncio⁴⁰, além das Normas de nº 10.151 e 10.152 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Ainda assim, nesta revisão verificamos que os níveis de ruído ultrapassam as normas neste país^{7,11,13,14,16,20}. Essas evidências reforçam mais uma vez a necessidade de discutir esse assunto com a sociedade e setores governamentais de infraestrutura e urbanismo.

Métodos de aferição do ruído urbano e a relação com a saúde humana

Alguns autores consideraram aspectos como local e o período do dia^{26,36-38} para aferição do ruído. Em sua maioria, essa consideração tem a ver com o fato do fluxo de trânsito que é a fonte de ruído urbano mais prevalente nos estudos. Outros autores realizaram predição do ruído urbano por meio de escalas logarítmicas^{23,33,34}. Essa metodologia mostrou-se mais específica e, apesar deles não apresentarem a justificativa pela escolha deste método, sabe-se que a escala logarítmica permite representar grandes variações de intensidade sonora de forma mais compreensível e prática. Alguns autores especificaram o uso da escala L_{Aeq} e justificaram o seu uso pelo fato de que esta escala é frequentemente usada para sintetizar os níveis sonoros em um determinado período. Outros autores também apontaram que essa escala é mais precisa^{11,23}. Estes mesmos autores apontaram a evidência de que o ruído comunitário durante a noite é mais perigoso do que durante o dia, e propuseram as escalas $L_{Aeq^{1/3}dn}$ e $L_{Aeq,den}$ nas quais os descritores de ruído (d refere-se a dia e e mostram noite). Outros autores também consideraram a especificidade do ruído durante os períodos de aferição, eles propuseram as escalas L_{den} e L_n para calcular a atividade de ruído nos espaços urbanos²⁶. Um artigo de revisão apontou a evidência que subsidiou a OMS a elaborar um *guideline* que recomenda o limite logarítmico de L_{den} 45 dB a fim de evitar efeitos adversos na saúde por aeronaves¹⁸. O ouvido humano percebe o som de maneira logarítmica, o que torna essa escala mais adequada para avaliar o efeito do ruído na percepção e na saúde das pessoas. Outros pesquisadores utilizaram como base os valores já estabelecidos dos níveis de ruído urbano dos locais de estudo e, a partir deste utilizaram escalas logarítmicas^{26,27} para prever os efeitos do ruído. Isso demonstra um avanço organizacional desses países, pois sinaliza que os setores de infraestrutura e

urbanismo caracterizaram as regiões e zonas por meio de aferições diretas do ruído.

A metodologia para aferir o ruído urbano está estabelecida e publicada em alguns países, como Áustria com o *Austrian Guidelines*³², a Bulgária com o Método Nacional Francês (NMPB-Routes-96)³⁰, a Espanha com o *European Noise Directive 2002/49EC (END)*³¹ que utiliza o Método de Previsão do Ruído de Tráfego-96, Portugal com o Método de Previsão do Ruído de Tráfego – 96¹². Estes instrumentos demonstram que aqueles países europeus há tempos investigam e preocupam-se com o ruído urbano. No Brasil existe legislação vigente que limita e promove o controle da poluição sonora⁴⁰, além das Normas nº 10.151 e 10.152 da ABNT o que reflete a consciência dos prejuízos do ruído urbano, assim como os esforços em enfrentar os efeitos do ruído. Esta informação é relevante, pois as particularidades físicas do ruído e da sua fonte geradora exigem precisão e critério para aferição.

Os métodos de aferição apresentados pelos estudos reunidos nesta revisão são reprodutíveis e os níveis de ruído urbano identificados por meio deles demonstram a acurácia na metodologia empregada por eles, haja vista aos sintomas relatados por todos os entrevistados. Os aparelhos e as técnicas empregadas na aferição do ruído urbano também são destacados pela maioria dos autores. É importante ressaltar que houve uma grande variabilidade de aparelhos, contudo, a descrição das técnicas empregadas foi o que mais sobressaiu entre artigos^{7,8,11-13,24,26,28,34,36-38}. Deve-se esclarecer que os objetivos de cada estudo implicaram em formas, posições, horários e período diferentes de aferição. As características dos aparelhos de aferição também variaram desde aparelhos portáteis (*Hand-Held*) com protetor de vento acoplado ao microfone¹¹, um medidor de nível de som acoplado a um microfone externo⁴, medidor de nível sonoro (MNS)²⁰, medidor de nível sonoro tipo 1, com bandas de oitava, calibrador de nível sonoro especificações ANCI S1.40-1984 e IEC 942:1998 Classe 1. Frequência: 1000 Hz. Amplitude: 114 dB¹⁴, medidor de pressão sonora digital (decibélímetro)^{7,16} e medidor de pressão sonora tipo II, com circuito de compensação “A” e resposta rápida¹³. Entre os estudos de revisão sistemática, somente um apresentou o detalhamento dos aparelhos de medição do ruído, estes estudos apresentaram 22 (vinte dois) microfones, uma sonda de intensidade e uma superfície hemisférica de medição⁶. Contudo, consideramos que a diversidade de dispositivos e a falta de

informação sobre calibração e precisão de aferição pode de alguma forma ter influenciado os resultados dos estudos. Nos artigos, o estabelecimento da relação entre os efeitos do ruído urbano e a saúde humana foi feito a partir de entrevistas e questionários. Esta metodologia é prática, barata e rápida, contudo, pode não traduzir a total realidade destes efeitos por parte do entrevistado. Da mesma maneira, aqueles estudos que inferiram os efeitos do ruído urbano na saúde com base em modelos preditivos. É imperioso considerar que outras metodologias de estudo possam ser desenvolvidas, a fim de reduzir os vieses em torno da coleta dos dados.

Os efeitos do ruído urbano não ocorrem de forma homogênea, variando conforme fatores socioeconômicos e culturais, além de condições geográficas. O estudo realizado nos bairros de Santiago no Chile⁴, e o estudo realizado em Campos do Jordão (SP – Brasil), demonstram variações nos níveis de incômodo e saúde em regiões de diferentes características. Essas diferenças ressaltam a necessidade de políticas locais adaptadas a cada realidade, considerando a densidade populacional, os padrões de atividade urbana e os recursos disponíveis para mitigar os efeitos do ruído. Em áreas urbanas densamente povoadas, como as grandes metrópoles, a concentração de veículos, atividades comerciais e industriais contribuem para níveis de ruído mais altos e persistentes. Alguns estudos mostram que bairros com alta movimentação urbana tendem a registrar níveis de ruído mais elevados, provocando um efeito negativo na qualidade de vida dos moradores^{4,14}. O aumento no incômodo e nos problemas de saúde, como estresse e distúrbios do sono, é especialmente comum nessas regiões devido à exposição contínua ao ruído acima de 60 dB, o que ultrapassa os limites considerados seguros para a saúde.

Os efeitos do ruído urbano podem ainda ser mais graves em comunidades de menor renda, nas quais verifica-se menos recursos para investimentos em infraestrutura para isolamento acústico e menos acesso a áreas silenciosas. Um estudo conduzido em Capivari em Campos do Jordão¹³ apontou que a população de menor poder aquisitivo, em geral, reside em áreas mais próximas das fontes de ruído intenso e menos sujeitas a intervenções regulatórias. Essas comunidades podem enfrentar riscos consideráveis de problemas cardiovasculares e de saúde mental devido à exposição prolongada ao ruído sem a possibilidade de mitigação por meio de estruturas adequadas²². Os

fatores culturais também influenciam como o ruído é percebido e como ele afeta os indivíduos. Em áreas onde há uma cultura de convivência mais tolerante em relação ao barulho, como certas regiões metropolitanas, os moradores podem relatar menor incômodo subjetivo, embora os efeitos na saúde física ainda estejam presentes. Por outro lado, em países como a Suíça, onde os padrões de ruído são mais rígidos e os habitantes estão acostumados a ambientes mais silenciosos, mesmo pequenos aumentos nos níveis de ruído são percebidos como incômodos, conforme apontado em uma pesquisa⁶.

Considerar a influência do clima e da geografia é importante, pois esses aspectos podem amplificar ou reduzir os efeitos do ruído. Em áreas com temperaturas elevadas, é comum que as pessoas mantenham as janelas dos espaços abertas por mais tempo e isso pode aumentar a exposição ao ruído externo. Por outro lado, em regiões mais montanhosas, o som tende a reverberar, intensificando a sensação de incômodo. Um estudo realizado em áreas específicas, localizadas em regiões montanhosas de Kuala Lumpur¹⁰ aponta que o ruído gerado pelo tráfego pode se propagar de maneira mais intensa, afetando a qualidade de vida e o bem-estar dos residentes.

Avanços e Recomendações

Para a redução do ruído urbano, uma série de intervenções pode ser considerada. Embora os artigos incluídos não apresentem estratégias para a prevenção do ruído, a literatura mostra que medidas como a instalação de barreiras acústicas em áreas de grande circulação e a criação de zonas de silêncio em bairros residenciais são estratégias eficazes em muitas cidades. Adicionalmente, monitoramentos em tempo real podem permitir ajustes rápidos nos níveis de ruído urbano. Essas soluções, aliadas a um trabalho de conscientização da população e a uma fiscalização rigorosa sobre os ruídos de tráfego, podem oferecer melhorias significativas na qualidade de vida e na saúde da população. Em algumas cidades europeias, políticas rigorosas de controle de ruído, como as que seguem a Diretiva Europeia de Ruído, oferecem proteção adicional à população, impondo limites máximos e incentivando zonas de silêncio. Isso contrasta com áreas de países com menos regulamentação, onde os níveis de ruído são menos controlados e a população fica mais exposta. Um estudo que compara aeroportos em cidades na Europa e Ásia², destaca que a diferença nas regulamentações

e políticas públicas é um fator determinante para a variação na qualidade de vida e na incidência de problemas de saúde em regiões distintas.

Limitações

Apesar do nível de critério na identificação dos artigos selecionados e de a busca ter seguido estratégias sugeridas na literatura, ainda assim boa parte dos estudos foram descartados. A maioria dos artigos retornados é do tipo transversal e, tal desenho de estudo não permite generalizar os resultados, assim sendo, ainda que sejam realizadas outras revisões, faz-se plausível, incentivar outros desenhos de estudo dentro desse tema, para que se compreenda, a longo prazo, os efeitos do ruído urbano, bem como a eficácia das medidas de prevenção.

Entre os artigos revisados nem todos apontaram as suas limitações, contudo, aqueles que apresentaram essas informações destacaram: a influência do contexto de coleta da percepção do ruído nos resultados⁴, dificuldade no mapeamento do ruído por ruas¹¹. Entre as revisões sistemática, a escassez de pesquisas por períodos de tempo foi a limitação mais prevalente^{6,22,24,25}. Outro artigo apontou o nível de evidência relativamente baixo nos seus resultados³⁹. Nenhum dos artigos revisados informou fatores de interferência entre os equipamentos de aferição e os resultados.

É pertinente ressaltar que as evidências encontradas a partir dessa revisão suscitam a importância de analisar os efeitos do ruído urbano para a saúde humana. Da mesma maneira, esta revisão chama à atenção para a necessidade das áreas da saúde e da infraestrutura pública estabelecerem ações baseadas na ciência e na prevenção dos agravos de saúde demonstrados por meio das evidências já publicadas. Assim sendo, essa revisão mostra-se como um instrumento de fundamentação para o reconhecimento e de ponto de partida para tomadas de decisão.

CONCLUSÃO

Os resultados desta revisão destacam o crescente interesse dos pesquisadores em explorar os efeitos não auditivos do ruído urbano sobre a saúde humana. Os artigos selecionados nesta revisão apresentaram métodos diversos de aferição do ruído, porém todos pautados e fundamentados em evidência científica e nas normas vigentes dos seus respectivos países. A aplicação da escala logarítmica aumentou nos últimos anos nos artigos selecionados nesta revisão.

O estabelecimento da relação entre o ruído urbano e seus efeitos na saúde humana foi, em sua maioria, realizados por meio de questionários e modelos de predição ou por inferência. Dessa forma, os efeitos do ruído urbano na saúde humana mais prevalentes nessa revisão foram sustentados de forma não objetiva. Essas evidências reforçam a preocupação de pesquisadores e das autoridades de saúde no enfrentamento do ruído, com a defesa e criação de medidas preventivas. Ainda, faz-se imperiosa a elaboração e validação de instrumentos confiáveis para medir a percepção do ruído pelos indivíduos.

REFERÊNCIAS

1. Warner-Czyz AD, Loy BA, Evans C, Wetsel A, Tobey EA. Self-esteem in children and adolescents with hearing loss. *Trends Hear*. 29 de dezembro de 2015;19:233121651557261. <https://doi.org/10.1177/2331216515572615> PMID: 25755025. PMCID: PMC4355008.
2. Yano T, Lee S, Gjestland T. Community response to noise. *Noise Health*. 2012;14(61):303. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.104898> PMID: 23257582.
3. Paz EC da, Ferreira AMC, Zannin PHT. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. *Rev Saude Publica*. 2005;39(3):46-72. <https://doi.org/10.1590/s0034-89102005000300019> PMID: 15997324.
4. Alburquenque MF, Ríos AM, Lambarri MC, Arellano RT, Lillo DC, Orellana SA. Identification of daily environmental noise patterns in two different urban sites in Santiago, Chile. *Rev Med Chil*. 2020;148(5):582-93. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872020000500582> PMID: 33399751.
5. Schubert M, Hegewald J, Freiberg A, Starke KR, Augustin F, Riedel-Heller SG et al. Behavioral and emotional disorders and transportation noise among children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(18):1-16. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183336> PMID: 31510007. PMCID: PMC6765874.
6. Schäffer B, Pieren R, Heutschi K, Wunderli JM, Becker S. Drone noise emission characteristics and noise effects on humans—A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(11):5940. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115940> PMID: 34205949 PMCID: PMC8198898.
7. Bressane A, Mochizuki PS, Caram RM, Roveda JAF. Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública. *Cad Saude Publica*. 2016;32(5):1-11. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00021215> PMID: 27192022.
8. NBR10151. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. 2000;1-4.
9. Clark C, Paunovic K. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(11):2400. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112400> PMID: 30380665. PMCID: PMC6266190.

10. Daruis DDI, Awang NW, Deros BM, Ismail AR. The effects of night-time road traffic noise on discomfort - A case study in Dungun, Terengganu, Malaysia. *Iran J Public Health*. 2014;43(Supple 3):58-66.
11. Suriano MT, de Souza LCL, da Silva ANR. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. *Cien Saude Colet*. 2015;20(7):2201-10. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015207.10792014> PMID: 26132260.
12. Silva LT, Mendes JFG. City noise-air: An environmental quality index for cities. *Sustain Cities Soc*. 2012;4(1):1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2012.03.001>
13. de Brito LAPF. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*. 2017;22(6):1095-107. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017152589>
14. Palma MI. O mapa de ruído como instrumento de planejamento: o caso da poluição sonora causada pelos automóveis no município de São Paulo [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; 2018. <https://doi.org/10.11606/D.6.2018.tde-22082018-154740>
15. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467-73. <https://doi.org/10.7326/m18-0850> PMID: 30178033.
16. Antas LOF dos SL, Silva BBC, Mascarenhas VVD, Souza VVM, Andrade WWTL de. Incômodo gerado pelo ruído urbano entre comerciantes dos arredores de um mercado público da cidade de João Pessoa/PB. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*. 2014;18(2):97-102. <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rbcs/article/view/13676>
17. Stansfeld SA. Noise effects on health in the context of air pollution exposure. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(10):12735-60. <https://doi.org/10.3390/ijerph121012735> PMID: 26473905 PMCID: PMC4626997.
18. Gjestland T. A systematic review of the basis for WHO's new recommendation for limiting aircraft noise annoyance. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(12):2717. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122717> PMID: 30513834; PMCID: PMC6313593.
19. Santos DCJV. Paisagem sonora: uma ferramenta para a saúde pública [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; 2020. <https://doi.org/10.11606/T.6.2020.tde-09032020-095914>
20. Forcetto ALS. Poluição sonora urbana: a influência de modificações em escapamentos de motocicletas na emissão de ruído [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; 2016. <https://doi.org/10.11606/D.6.2016.tde-19042016-140141>
21. Franěk M, Režný L, Šefara D, Cabal J. Effect of traffic noise and relaxations sounds on pedestrian walking speed. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(4):752. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040752> PMID: 29661990. PMCID: PMC5923794.
22. Erfanian M, Mitchell AJ, Kang J, Aletta F. The psychophysiological implications of soundscape: A systematic review of empirical literature and a research agenda. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(19):1-20. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193533> PMID: 31546577. PMCID: PMC6801404.
23. Kageyama T. Adverse effects of community noise as a public health issue. *Sleep Biol Rhythms*. 2016;14(3):223-9. <https://doi.org/10.1007/s41105-016-0069-3>
24. Thompson R, Smith RB, Bou Karim Y, Shen C, Drummond K, Teng C et al. Noise pollution and human cognition: An updated systematic review and meta-analysis of recent evidence. *Environ Int*. 2022;158(June 2021):106905. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106905> PMID: 34649047.
25. Hegewald J, Schubert M, Wagner M, Dröge P, Prote U, Swart E et al. Breast cancer and exposure to aircraft, road, and railway noise: A case-control study based on health insurance records. *Scand J Work Environ Health*. 2017;43(6):509-18. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3665> PMID: 28813586.
26. De Paiva Vianna KM, Alves Cardoso MR, Rodrigues RMC. Noise pollution and annoyance: An urban soundscapes study. *Noise Health*. 2015;17(76):125-33. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.155833> PMID: 25913551 PMCID: PMC4918656.
27. Filová A, Samohýl M, Argalášová L. Environmental noise exposure and its effect on population health. *Hygiena*. 2015;60(4):155-62. <http://dx.doi.org/10.21101/hygiena.a1396>
28. Nowakowska-Kotas M, Pokryszko-Dragan A, Brodowski M, Szydio M, Podemski R. Effects of noise and mental task performance upon changes in cerebral blood flow parameters. *Noise Health*. 2015;17(79):422-8. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.169709> PMID: 26572702 PMCID: PMC4900476.
29. Kim SJ, Chai SK, Lee KW, Park JB, Min KB, Kil HG et al. Exposure-response relationship between aircraft noise and sleep quality: A community-based cross-sectional study. *Osong Public Health Res Perspect*. 2014;5(2):108-14. <https://doi.org/10.1016/j.phrp.2014.03.004> PMID: 24955321. PMCID: PMC4064632.
30. Dzhambov A, Dimitrova D. Neighborhood noise pollution as a determinant of displaced aggression: A pilot study. *Noise Health*. 2014;16(69):95-101. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.132090> PMID: 24804713.
31. Foraster M, Künzli N, Aguilera I, Rivera M, Agis D, Vila J et al. High blood pressure and long-term exposure to indoor noise and air pollution from road traffic. *Environ Health Perspect*. 2014;122(11):1193-200. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307156> PMID: 25003348. PMCID: PMC4216159.
32. Lercher P, Widmann U, Thudium J. Hypotension and environmental noise: A replication study. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(9):8661-88. <https://doi.org/10.3390/ijerph110908661> PMID: 25162707. PMCID: PMC4198985.
33. Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. 2014;35(13):829-36. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu030> PMID: 24616334. PMCID: PMC3971384.
34. Héritier H, Vienneau D, Frei P, Eze IC, Brink M, Probst-Hensch N et al. The association between road traffic noise exposure, annoyance and health-related quality of life (HRQOL). *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(12):12652-67. <https://doi.org/10.3390/ijerph111212652> PMID: 25489999. PMCID: PMC4276638.
35. Urban J, Máca V. Linking traffic noise, noise annoyance and life satisfaction: A case study. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(5):1895-915. <https://doi.org/10.3390/ijerph10051895> PMID: 23652784. PMCID: PMC3709355.
36. Welch D, Shepherd D, Dirks KN, McBride D, Marsh S. Road traffic noise and health-related quality of life: A cross-sectional study. *Noise Health*. 2013;15(65):224-30. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.113513> PMID: 23771420.

37. King G, Roland-Mieszkowski M, Jason T, Rainham DG. Noise levels associated with urban land use. *Journal of Urban Health*. 2012;89(6):1017-30. <https://doi.org/10.1007/s11524-012-9721-7> PMID: 22707308. PMCID: PMC3531357.
38. Pande B, Rathod G, Vaidya N, Nag C, Parganiha A, Pati AK. Non-auditory effect of community noise on interval timing in humans: An exploration. *Biol Rhythm Res*. 2012;43(6):585-601. <http://dx.doi.org/10.1080/09291016.2011.629829>
39. Escobar C, División JA. Ruido y enfermedad cardiovascular. *Semergen*. 2016;42(6):e65-6. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2015.11.011> PMID: 26803461.
40. Resolução CONAMA no 001, de 08 de março de 1990. 1990. p. 1.

Contribuição dos autores:

TCP: Conceitualização; Curadoria dos dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original; Redação - Revisão e edição.

RCLS: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Redação do manuscrito original.

SASC, SMAL: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Redação - Revisão e edição.

AALF: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Administração do Projeto; Supervisão; Redação do manuscrito original; Redação - Revisão e edição.

Declaração de compartilhamento de dados:

Todos os dados coletados nesta revisão serão disponibilizados imediatamente após a publicação, juntamente com o protocolo de pesquisa, que permanecerá acessível por tempo indeterminado a pesquisadores que apresentem propostas metodologicamente sólidas.